

## **Polar ZoneOptimizer harjoitussykkeiden määrittäjänä**

Eero Viinikainen

<b>Tekijä(t)</b> Eero Viinikainen	
<b>Koulutusohjelma</b> Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma	
<b>Opinnäytetyön otsikko</b> Polar ZoneOptimizer harjoitusryhmien määrittäjänä	<b>Sivu- ja lii-tesivumäärä</b> 24 + 4
<b>Opinnäytetyön otsikko englanniksi</b> Polar ZoneOptimizer as a determinant of the exercise heart rates	
<p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella Polar RCX5 -harjoitustietokoneen ZoneOptimizer-määrittysten vaihtelua eri sykealueilla neljässä liikuntamuodossa, joita olivat juoksu, pyöräily, uinti ja hiihto. Työssä selvitetään myös ZoneOptimizerin määrittämien sykealueiden ja tasotestin perusteella mitattujen aerobisten ja anaerobisen kynnyksen suhdetta koko tutkimusjoukolla sekä erikseen naisilla ja miehillä.</p> <p>Polar ZoneOptimizer -datankeräys tehtiin Suomen Urheiluopistolla keväällä 2011. Mukana oli 23 kpl aktiivista liikunnanharrastajaa, jotka käyttivät Polar RCX5-harjoitustietokonetta ja WearLink Hybrid -lähetintä juoksussa, pyöräilyssä, uinnissa ja hiihdossa. Kunkin tutkimushenkilön tuli tehdä viisi testauskertaa jokaisessa lajissa. Kaikista suorituksista kerättiin viiden eri sykealueen tiedot testauspäiväkirjoihin, jotka analysoitiin. Koehenkilöt suorittivat myös maitohappomääritykseen perustuvan tasotestin juosten aerobisen ja anaerobisen kynnyksen selvittämiseksi.</p> <p>ZoneOptimizer-sykealuemääritykset onnistuivat noin 80 %:lla testikerroista. Kolmella alimmalla harjoitusryhmällä päivittäistä sykerajojen vaihtelua oli 0,9-2,4 %:a, kun otettiin huomioon kaikki lajit ja koko tutkimusjoukko. Kaikissa lajeissa miehillä poikkeama oli 0,7-2,1 %:a ja naisilla 1,1-2,7 %:a. Sydämenlyöntienä ilmaistuna poikkeama oli 2-5 lyöntiä minuutissa. Sykealueiden erot olivat koko tutkimusjoukolla kaikissa lajeissa aerobisella kynnyksellä 0,3-2,7 %:a ja anaerobisella kynnyksellä 0,7-1,8 %:a korkeammat verrattuna tasotestillä määritettyihin kynnysarvoihin. Naisilla pyöräily jäi hieman alle aerobisen ja anaerobisen kynnysarvon. ZoneOptimizer-sykealuemääritykset eri kestävyysliikuntalajeissa olivat koko tutkimusjoukolla 1,2-11,0 %:a, miehillä 1,4-12,2 %: ja naisilla 1,1-10,9 %:a suuremmat verrattuna mitattun maksimisykkeen perusteella määritettyihin harjoitusryhmäalueisiin nähden.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta ZoneOptimizer-ominaisuuden määrittämismenetelmän toimivan herkästi ja luotettavasti. ZoneOptimizer-määrityksissä käytetyn kolmen alimman sykealueajan vaihtelu oli pientä, joten päiväkuunto ei muuta merkittävästi sykerajoja. ZoneOptimizer-sykealueajat korkeammilla sykealueilla määrittyivät melko tarkasti juosten tehdyn tasotestin perusteella määritetyille aerobiselle ja anaerobiselle kynnykselle. ZoneOptimizer-sykealueajat ovat korkeammalla verrattuna mitattuun maksimisykkeeseen perustuviin Polar Sport Zones -sykerajoin.</p>	
<b>Asiasanat</b> Syke, mittaus, liikunta, kestävyysharjoittelu	

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Sydämen toiminta .....	2
2.1	Sydämen syke .....	2
2.1.1	Sydämen sykkeeseen vaikuttavat tekijät .....	2
2.1.2	Sydämen toiminta rasituksessa .....	3
2.2	Sykevälivaihtelu .....	4
2.2.1	Aikakenttäanalyysi .....	5
2.2.2	Taajuuskenttäanalyysi .....	5
3	Sykkeiden käyttö kestävyysharjoittelussa .....	6
3.1	Harjoittelun tehoalueet .....	6
3.1.1	Aerobinen kynnys .....	7
3.1.2	Anaerobinen kynnys .....	7
3.1.3	Maksimaalinen hapenottokyky .....	8
3.2	Sykevälivaihtelu palautumisessa .....	8
4	Harjoitustietokone Polar RCX5 .....	9
4.1	Polar ZoneOptimizer .....	9
4.2	Henkilökohtaiset sykealuemääritykset .....	9
5	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat .....	11
6	Menetelmät .....	11
6.1	Koehenkilöt .....	11
6.2	Tutkimusasetelma .....	12
6.3	Mittausten suorittaminen .....	12
6.4	Tulosten tarkastelutavat .....	14
7	Tulokset .....	16
7.1	ZoneOptimizerin päivittämät harjoitussykerajat .....	16
7.2	Päivittäisten sykerajojen vaihtelu eri tehorojoilla ja eri lajeissa .....	17
7.3	ZoneOptimizer-sykerajojen vertailu maitohappomääritykseen perustuviin kynnysarvoihin (aerobinen ja anaerobinen kynnys) .....	18
7.4	Arvioituun maksimisykkeeseen, mitattuun maksimisykkeeseen ja ZoneOptimizer-määrityksiin perustuvien sykerajamääritysten erot .....	20
8	Pohdinta .....	23
8.1	Tulosten pohdinta .....	23
8.2	Luotettavuuspohdinta .....	24
8.3	Yhteenveto .....	24
	Lähteet .....	25
	Liitteet .....	28
	Liite 1. Tasotestin kuvaus .....	28
	Liite 2. Malli tasotestin tuloksista .....	29

Liite 3. Malli testauspäiväkirjasta .....	30
---	----

# 1 Johdanto

Sydämen sykettä on käytetty harjoitteluun ja sen vaikutuksen seurantaan sykemittareilla 1970-luvun loppupuolelta lähtien. Sykemittari oli Seppo Säynäjäkankaan innovatiivinen keksintö hiihtoladulta. Vuosien saatossa sykemittarit ovat vaihtuneet käyttäjilleen rannetietokoneiksi. Pelkästä sykkeen mittauksesta on edetty monipuoliseen informaatioon ihmiskehon tilasta, jossa sykevälivaihtelulla on merkittävä rooli. Suomalaiset alan edelläkävijämerkit, Polar ja Suunto, ovat saaneet rinnalleen amerikkalaisen Garminin sekä useita muita valmistajia.

Sykevälivaihtelulla pystytään mittaamaan ihmisen fysiologista tilaa, mikä on elimistössä monen tekijän summa. Esimerkiksi ihmisen rasittuneisuus ja tunteet vaikuttavat nykyisellä rannetietokoneella sydämen sykkeestä määritettävään elimistön tilaan. Tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi harjoittelun suunnittelussa, harjoittelun aikana ja palautumisen ilmentäjänä. Onkin osoitettu, että parempaa kunnon ja suorituskyvyn kehitystä on saavutettu silloin kun korkeatehoista harjoittelua on tehty niinä päivinä kun sykevälivaihtelu oli levossa suurempi ja matalatehoista niinä päivinä kun sykevälivaihtelu oli pienempi.

Polar Electro Oy:n harjoitustietokone RCX5 tuli markkinoille keväällä 2011. Sen yhtenä uutena ominaisuutena oli ZoneOptimizer, mikä mittasi harjoituksen alussa käyttäjän fysiologisen tilan sykevälivaihtelun avulla. Tämän tiedon pohjalta harjoitustietokone määrittä käyttäjälleen henkilökohtaiset sykealueet alkavaan harjoitukseen. Ennen kuluttajille myyntiintuloa ZoneOptimizer-määritysten dataa kerättiin Suomen Urheiluopistolla.

Tämän tutkimuksen toimeksiantaja on Polar Electro Oy. Tarkoituksena oli selvittää miten herkästi ja luotettavasti ZoneOptimizer menetelmä toimii eri kestävyysliikuntalajeissa sekä päivittäisten sykevälivaihtelun ero eri tehorajoilla ja lajeissa. Työssä selvitetään myös ZoneOptimizerin määrittämien sykealueiden ja tasotestin perusteella mitattujen aerobisen ja anaerobisen kynnyksen suhdetta koko tutkimusjoukolla sekä naisilla ja miehillä.

## **2 Sydämen toiminta**

### **2.1 Sydämen syke**

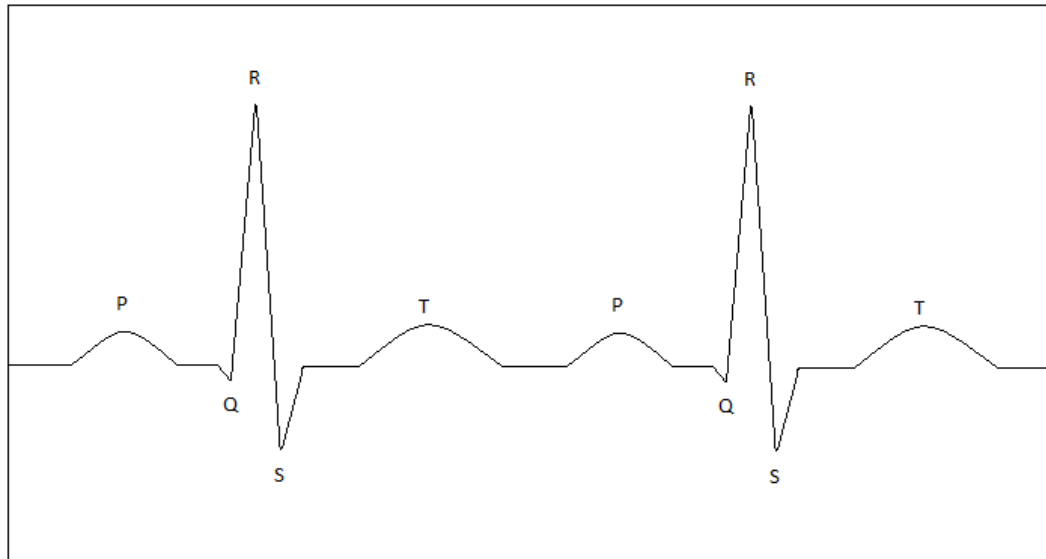
Ihmisen sydän toimii pumppuna, mikä aloittaa toimintansa jo sikiövaiheessa. Sydänlihaksen supistuminen saa aikaan verenvirtauksen elimistön läpi ja näin se toimii tärkeänä kuljetusjärjestelmän osana. (Haug ym. 2007, 257.)

Sydän sykkii hermoärsytyksen vaikutuksesta eliniän aikana keskimäärin kolme miljardia kertaa. Se ei tarvitse ulkopuolelta tulevaa hermoärsytystä toimiakseen vaan erikoistuneet sydänlihassolut synnyttävät itse tarvittavan toimintajännitteen eli aktiopotentiaalin. Tämä tapahtuu yleensä ensin sinussolmukkeessa, mikä sijaitsee sydämen oikeassa eteisessä ja se ylläpitää sydämen normaalia supistumisrytmiä. (Haug 2007, 257-262.) Supistusrytmi ei ole säännöllinen vaan siinä on jatkuvia muutoksia. Tämä toteutuu myös levon aikana. (Rompelman 1980, 59).

#### **2.1.1 Sydämen sykkeeseen vaikuttavat tekijät**

Hermosto ja hormonit säätelevät sydämen toimintataajuutta. Sinussolmukkeen lyöntitiheys ilman säätelyä on noin 100 lyöntiä minuutissa. Sinussolmukkeeseen vaikuttavat autonomisen hermoston sympaattisen tai parasympaattisen hermosyiden ärsytys sekä lisämunuaisytimestä vapautuvat hormonit; adrenaliini ja noradrenaliini. (Haug ym. 2007, 269-270.) Sympaattinen hermoärsytys kiihdyttää sydämen toimintaa ja parasympaattinen hermoärsytys hidastaa sitä. Ärsykkeet välittyvät hermosyitä pitkin tai verenkierron kautta. Ärsykkeiden keskinäinen suhde määrittää sydämen vireystason. (Kettunen ym. 2008, 47-48.) Ihmisen omat ajatukset, aistit ja tunteet voivat vaikuttaa autonomisiin vasteisiin (Haug ym. 2007, 139-140). Sydämen maksimisyke rasituksessa on noin 200 lyöntiä minuutissa. Yksilötasolla on eroja maksimaalisen sykkeen saavuttamisessa. Ihmisen iällä on myös merkitystä maksimisykkeseen, mikä laskee noin 10 lyöntiä vuosikymmentä kohden. (McDonald 1980, 5-6.)

Sydämen sähköistä toimintaa voidaan seurata elektrokardiogrammilla EKG. Sähköiset impulssit johtuvat ihoon, josta ne voidaan havaita mittalaittein. EKG:a voidaan tehdä myös rasituksen aikana, jolloin saadaan tietoa sydämen toiminnan muutoksista. (Kenney, Wilmore & Costill 2012, 146-147.) EKG on vakioitu menetelmä ja siinä käytetään normaalisti 12-kytkentäistä järjestelmää, jossa elektrodit kiinnitetään rintaan ja raajoihin. Mittauksessa näkyviä heilahduksia kutsutaan aalloiksi ja komplekseiksi (kuvio 1). Ne kuvaavat sydämen eteisten ja kammioiden toimintaa. (Mäkijärvi 2008, 132-133.)



Kuvio 1. EKG-heilahdukset sydämen toiminnan aikana ja niitä kuvaavat merkinnät

EKG:n ensimmäinen aktivaatio on P-aalto, mikä kuvaa eteisten depolarisaatiota. Seuraava QRS-kompleksi on kammioiden depolarisaatio ja viimeisenä T-aalto, mikä on kammioiden repolarisaatio. (Mäkijärvi 2008, 132-133.) Depolarisaatiossa solun kalvojännite muuttuu positiivisemmaksi ja aiheuttaa aktiopotentialin ylitettyään riittävän kynnyksarvon. Hermostossa aktiopotentialit välittävät tietoa ja lihassoluissa päättyvät lihassupistukseen. P-aallon aikana sydämen eteiset supistuvat ja pumppaavat verta kammioihin. QRS-kompleksin aikana kammiot supistuvat ja veri virtaa aorttaan. (Haug ym. 2007, 92-266.)

### 2.1.2 Sydämen toiminta rasituksessa

Sydän pumppaa verta keuhkoihin ja kudoksiin. Kuormituksessa sydämen minuuttitilavuus (sydämen minuutin aikana pumppaava verimäärä) ja iskutilavuus (yksittäisen sydämen lyönnin verimäärä) kasvavat. Sydämen syke kohoaa lepotilasta ja se kasvaa rasituksen suuntaisesti. Sykkeen nousemiseen vaikuttavat muun muassa verenkierrossa kulkevat välittäjäaineet, autonomisen hermoston säätely ja sydänlihaksen venyminen. Syke voi olla moninkertainen lepotilaan verrattuna ja kohota noin 200 lyöntiin minuutissa. (Tulppo ym. 1996, 244; Keskinen 2007, 86-87; Haug ym. 2007, 256-270.)

Levossa aikuisen ihmisen syke on noin 60-80 lyöntiä minuutissa ja sydämen iskutilavuus noin viisi litraa minuutissa. Kuormituksen lisääntyessä syke alkaa nousemaan. Aluksi nousu on nopeaa, mutta maksimaalista tasoa saavutettaessa se alkaa hidastumaan. (Mero ym. 2007, s. 84-89.)

Rasituksessa sydämen minuuttitilavuus voi nousta noin 25 litraan minuutissa. Tämä johtuu vasomotorisen keskuksen aktivoitumisesta ja laskimopaluun tehostumisesta. Vasomo-

torinen keskus vaikuttaa autonomisen hermoston kautta siten, että sydämen syke nopeutuu ja sen supistusvoima kasvaa. Laskimopaluussa veren paluu sydämeen tehostuu mm. luustolihasien supistumisen vaikutuksesta. Rasituksen aikana lihasten työmäärä lisääntyy ja veri kulkeutuu näihin kudoksiin. (Haug ym. 2007, s. 271-293.)

Yksittäisen sydämen lyönnin iskutilavuus on 70 ml. Iskutilavuuteen vaikuttavat sydämen kammioiden tilavuuden muutokset ennen ja jälkeen kammiosupistuksen. Kammioiden täyttyminen rasituksessa venyttää niiden lihaskudosta, koska kammioon virtaa lisääntyneen minuuttitilavuuden takia normaalia enemmän verta. Kammioiden supistus on sitä voimakkaampi, mitä venyneemmässä tilassa se on. Kuormituksessa iskutilavuus voi kasvaa 160-200 ml:aan. (Haug ym. 2007, s. 270-271; Mero ym. 2007, s. 87-89.)

Kevyessä rasituksessa syke vaihtelee päivittäin noin 8 %:a, mikä on noin 8 lyöntiä minuutissa. Kun kuormitus kasvaa 165 lyöntiin minuutissa, niin vaihtelu vähenee 2 %:iin. Tähän päivittäiseen syketaajuuden vaihteluun vaikuttavat sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välityksellä mm. ympäristötekijöiden ja jännityksen vaihtelut ja nestetasapaino. Parasympaattisen hermoston vaikutus häviää noin 65 %:n tasolla maksimisykkeestä tai noin 50 %:n tasolla maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Korkeammilla kuormituksilla sykkeen muutoksia ohjaa sympaattinen hermosto. (Keskinen 2011, 112.)

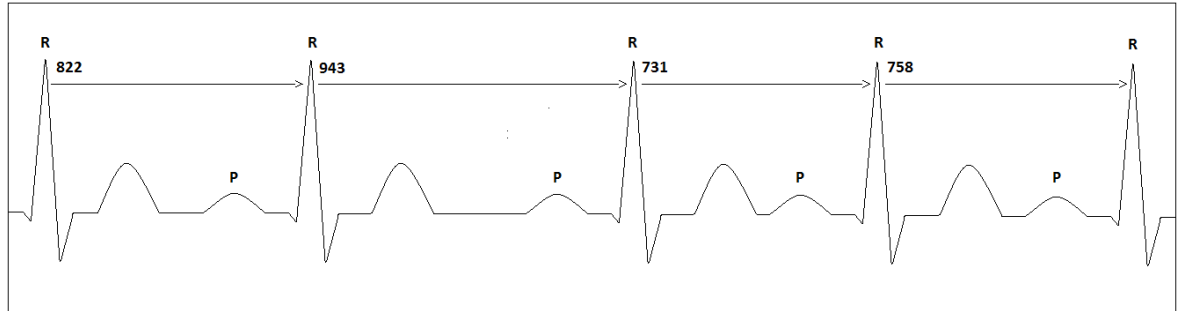
Vuorokaudenajalla ei ole merkitystä maksimi- tai palautumissykkeeseen maksimaalisella kuormitustestillä mitattuna (Cruz ym. 2014, 22-25).

## **2.2 Sykevälivaihtelu**

Sykevälivaihtelu (heart-rate variability, HRV) on peräkkäisten sydämenlyöntien välisen ajan vaihtelua. (Acharya ym. 2006a, 1031). Sykevälivaihteluun vaikuttaa useita eri tekijöitä, joista yksi tärkeimmistä on autonominen hermosto. Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston hermosäikeiden stimulaatiot vaikuttavat sydänlihakseen ja niiden aikaansaama sykevälivaihtelua voidaan tulkita epäsuorana autonomisen hermoston mittarina. Tällaista tietoa pystytään käyttämään tieteellisessä tutkimuksessa ja kliinisessä työssä. (Laitio ym. 2011, 249.) Muita sykevälivaihteluun mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa ikä, sukupuoli, painoindeksi, verenpaine, insuliini- ja kolesterolitaso ja diabetes. (Dekker ym. 2000, s. 1240.)



Tietoa sydämen sykkeestä saadaan elektrokardiogrammista (EKG), josta voidaan erottaa P- ja R-aallot (kuvio 2). Peräkkäisistä aalloista lasketaan niiden esiintymistiheys tietyssä aikana, mikä kuvastaa muutoksia sinussolmukkeen toiminnassa. Riittävä tarkkuus saadaan R-aalloista, jotka ovat helpommin määritettävissä P-aaltojen sijaan. (Tuomainen 2005, 39; Rompelman 1980, 59). Mittauskeinoja sykevälivaihtelun tiedon tuottamiseen ovat mm. aikakenttäanalyysit ja spektrianalyysit (Laitio ym. 2011, 249).



Kuvio 2. Peräkkäisten sydämen lyöntien välinen vaihtelu

### 2.2.1 Aikakenttäanalyysi

Aikakenttäanalyysi tehdään R-R-intervallijaksoista tai niiden eroista tietyssä aikana. Niistä voidaan laskea muun muassa intervallin keskihajonta, keskivirhe ja viereisten R-R-intervallien erotuksen keskihajonta ja neliöllinen keskiarvo. Aikakenttäanalyysi on yksinkertainen matemaattinen menetelmä ja se tuottaa tietoa autonomisen hermoston muutoksista sykevaihtelussa. Se ei kuitenkaan erottele sympaattisen ja parasympaattisen hermoston toimintaa. (Laitio 2011, 250; Acharya ym. 2006b, 1036.)

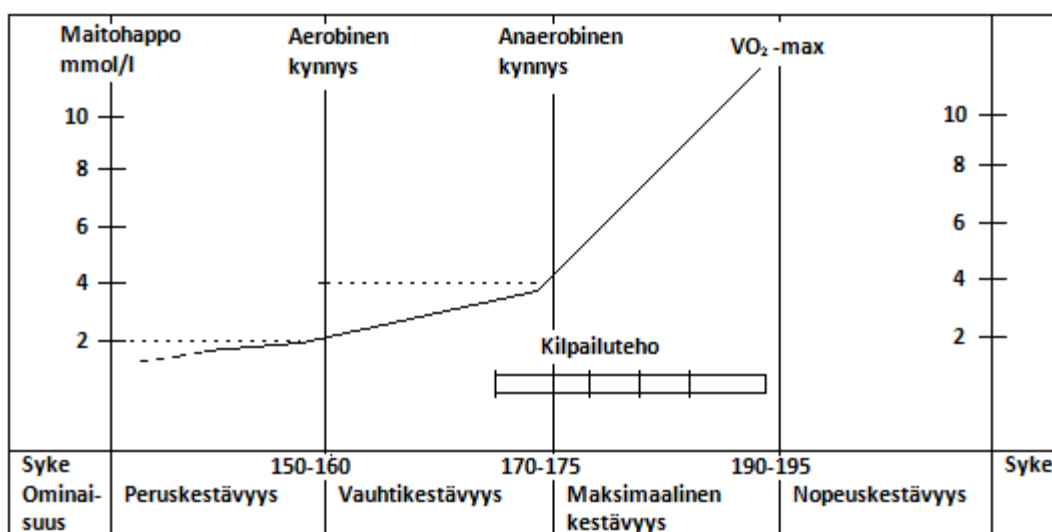
### 2.2.2 Taajuuskenttäanalyysi

Taajuuskenttäanalyysissä EKG-aineistosta tehdään spektrianalyysi Fourierin transformatiolla tai autoregresiivimenetelmällä. Sillä pystytään erottamaan sympaattisen ja parasympaattisen hermoston toiminta eri taajuusalueita käyttämällä. Erittäin matala taajuus (very low frequency, VLF), matala taajuus (low frequency, LF) ja korkea taajuus (high frequency, HF) osoittavat tietoa sydämen kohdistuvasta hermoston aktivaatiosta. Esimerkiksi hengitys tai asennon vaikutus sydämeen on mitattavissa tällä menetelmällä. (Laitio ym. 2001, 250-251.)

### 3 Sykkeen käyttö kestävyysharjoittelussa

#### 3.1 Harjoittelun tehoalueet

Suomalaisessa kirjallisuudessa kestävyys on jaettu työtehon mukaan neljään eri teho-  
luokkaan, joita ovat aerobinen peruskestävyys, vauhtikestävyys, maksimikestävyys ja  
nopeuskestävyys (kuvio 3). Peruskestävyys toteutetaan alle aerobisen kynnyksen olevalla  
teholla, vauhtikestävyys aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välisellä tehoalueella, mak-  
simikestävyys anaerobisen kynnyksen ja maksimaalisen hapenottokyvyn välisellä alueella  
ja nopeuskestävyys maksimaalista hapenottokykyä suuremmilla tehoilla. (Nummela, Kes-  
kinen & Vuorimaa 2007, 333; Nummela 2007, 51.)



Kuvio 3. Eri kestävyysominaisuuksien kehittäminen (mukailtu; Rusko, 1989)

Harjoituksen tehoa voidaan ilmaista prosentteina maksimisykkeestä (%HRmax) tai prosentteina maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO<sub>2</sub>max). (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 333-362.) Tavoitesyke voidaan laskea Karvosen kaavalla (harjoitussyke = (maksimisyke - leposyke) x harjoitusteho + leposyke). Laskukaavassa otetaan huomioon leposyke. (Reuter & Hagerman 2008, 494). Toinen tapa laskea tavoitesyke on ottaa harjoitustehon prosenttiosuus suoraan maksimisykkeestä. Tavoitesyke saadaan myös määritetystä prosenttiosuudesta maksimaalisesta hapenkulutuksesta. (Karvonen & Vuorimaa 1988, 306.)

Mittaamalla harjoitusintensiteettien raja-arvot voidaan ohjelmoida harjoittelua tulosten kehittämiseksi. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 358-362). Urheilijat ja kuntoilijat voivat käyttää testituloksia työkaluina tavoitteisiinsa pääsemisessä. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2007, 11.) Sykereservillä (HRR = maksimisyke - leposyke) ja hapenkulutuksella

on läheinen yhteys 50-90 %:n tehoalueella maksimaalisesta hapenkulutuksesta (taulukko 1). (Reuter & Hagerman 2008, 493-494).

Taulukko 1. Maksimaalisen hapenkulutuksen, sykereservin ja maksimaalisen sykkeen suhde (mukailtu; Reuter & Hagerman, 2008)

% VO <sub>2</sub> max	% HRR	% HRmax
50	50	66
55	55	70
60	60	74
65	65	77
70	70	81
75	75	85
80	80	88
85	85	92
90	90	96
85	85	98
100	100	100

### 3.1.1 Aerobinen kynnys

Peruskestävyyden ja vauhtikestävyyden välisestä rajasta käytetään nimitystä aerobinen kynnys. Tällä kynnyksellä on suurin elimistön työteho ja energiankulutus, jolloin veren laktaattipitoisuus pysyy lepotasolla, < 2 mmol/l. Elimistö pystyy puskuroimaan ja eliminoimaan maitohapon hajoamistuotteita, laktaatti- ja vetyioneita, ilman että lihasten suorituskyky heikentyy. Rasituksessa lisääntyneen elimistön happamuuden säätelyyn osallistuu myös verenkierto- ja hengityselimistö. Vauhtikestävyyden ja maksimikestävyyden välisestä rajasta käytetään nimitystä anaerobinen kynnys. Suoritustehon noustessa laktaatin tuotto ja eliminointi eivät pysy enää tasapainossa ja veren laktaattipitoisuudessa tapahtuu jyrkkä nousu. Tällöin maitohappopitoisuus on yleensä 3-4 mmol/l. (Nummela 2007, 51-52; Vuorimaa & Seppänen 1986, 48-49.)

### 3.1.2 Anaerobinen kynnys

Anaerobisen kynnystehon yläpuolella tehdyllä korkeatehoisella harjoittelulla kehittyy hengitys- ja verenkiertoelimistö. Tällöin lihakset muodostavat maitohappoa ja hengitys voimistuu. Samalla maksimaalinen hapenottokyky kehittyy. Aerobisen kynnystehon alapuolella tehdyllä harjoittelulla harjoitusvaikutus kohdistuu lihasten energiantuottoon. Aerobisen kynnystehon alapuolella lihasten energiantuotto kohdistuu hiilihydraattiaineenvaihdunnasta enemmän rasva-aineenvaihduntaan. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 335.)

### 3.1.3 Maksimaalinen hapenottokyky

Maksimaalinen hapenottokyky ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) tarkoittaa elimistön kykyä käyttää happea energiantuotantoon maksimaalisessa rasituksessa (Riski 2009, 288). Siinä yhdistyvät hapen sisäänotto, sen kuljettamiseen, välittämiseen ja käyttämiseen erikoistuneiden elinten ja kudosten toimintakyky. Maksimaalinen hapenottokyky voidaan ilmoittaa absoluuttisena arvona ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) tai suhteellisenä arvona painokiloa kohti ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). ((Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 358; Riski 2009, 288.) Suurempi kehon paino vaikuttaa  $\text{VO}_2\text{max}$ -arvoon sitä nostavasti (Nummela 2007, 53).

Maksimaalista hapenottokykyä mitataan hengityskaasuanalysaattorilla kenttämittauksissa tai laboratoriossa. Kenttäolosuhteissa tehtävissä mittauksissa käytetään kannettavaa hengityskaasuanalysaattoria.  $\text{VO}_2\text{max}$  mitataan yhdellä maksimikuormituksella tai nousujohteisella kuormituksella, juoksumatolla, polkupyöräergometrillä, soutilaitteella tai muilla lajinomaisilla kuormituslaitteilla. Testissä hapenkulutus kasvaa kohtaan, josta se ei enää nouse. Tämä korkein testin aikana mitattu arvo hapenkulutukselle on maksimaalinen hapenottokyky ( $\text{VO}_2\text{max}$ ). Testiä jatkettaessa kuormitusteho voi edelleen jatkaa kasvuaan. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 358-359.)

### 3.2 Sykevälivaihtelu palautumisessa

Palautumista tapahtuu levossa ja kevyessä työssä. Tällöin parasympaattisen vaikutuksen vallitessa sykevälivaihtelu kasvaa ja syke laskee. Tarkimpia tuloksia palautumisesta saadaan mitattua yöunien aikana, jolloin häiritseviä tekijöitä on vähiten. Teknologiayritys Firstbeat suosittelee urheilijoille palautumisen määrittämistä analyysiohjelmalla neljän tunnin unijaksolta. Hyvin palautuneen henkilön sykeväleissä on paljon vaihtelua verrattuna huonosti palautuneeseen, vaikka syke on samalla tasolla. (Firstbeat Technologies Ltd 2009, 1-2).

Kestävyysharjoittelu päivittäisten sykevähtelujen perusteella on tehokkaampaa kuin perinteisesti ohjelmoidulla harjoittelulla. Parempaa kehittymistä on havaittu saavutettavan silloin kun korkeatehoista harjoittelua on tehty niinä päivinä, jolloin sykevälivaihtelu oli levossa suurempi, ja matalatehoista harjoittelua niinä päivinä, kun sykevälivaihtelu oli pienempi. (Kiviniemi ym. 2007, 748-749.)

## 4 Harjoitustietokone Polar RCX5

Polar Electro Oy toi markkinoille RCX5-harjoitustietokoneen toukokuussa 2011. Se oli tarkoitettu erityisesti kestävyysurheiluun ja monilajituotteeksi, etenkin triathlonisteille. Oheislaitteina harjoitustietokoneeseen oli saatavilla GPS-, juoksu- ja pyöräilysensorit. Harjoitustietokonetta pystyi käyttämään myös vedessä WearLink®+ Hybrid -lähettimellä. Uutta RCX5-harjoitustietokoneessa oli ZoneOptimizer-ominaisuus, minkä tarkoituksena oli säätää syketasoja harjoituksille päivittäisen fysiologisen kunnon mukaan. (Polar Electro Oy 2011.)

### 4.1 Polar ZoneOptimizer

Polar Electro Oy kehitti ZoneOptimizer-algoritmin laajasta testiaineistostaan. Se oli aiempaa Polar OwnZonea tarkempi määrittämään sykealueita, mikä johtui sen teknisestä parannuksesta seurata välitöntä lyönti lyönniltä vaihtelua. ZoneOptimizerin oli havaittu myös pystyvän ennustamaan maksimaalinen syke paremmin verrattuna aiemmin tunnettuihin kaavoihin. (Kinnunen, Posio & Laukkanen 2001, 1.)

### 4.2 Henkilökohtaiset sykealue määritykset

ZoneOptimizer-ominaisuus määrittää viisi henkilökohtaista sykealuetta (taulukko 2) mittaamalla sykevälivaihtelua. Harjoitustehon kasvaessa sykevälivaihtelu pienenee ja syketiheys kasvaa. Tämä tapahtuu hermoston parasympaattinen aktiivisuuden vähenemisestä ja sympaattisen aktiivisuuden lisääntymisestä. Mittausten perusteella sykealueet ovat matalalla, normaalilla tai korkealla tasolla riippuen sen hetkisestä fysiologisesta tilasta. Tämän harjoitustietokone ilmoittaa näytöllä käyttäjälleen. (Kinnunen ym. 2011, 1.)

Taulukko 2. Sykealueet ja niiden harjoitusvaikutukset (mukailtu; Kinnunen ym., 2011)

Sykealueet	% maksimisykkeestä	Harjoitusvaikutus
Zone 1	50-60	Kehittää yleistä terveyttä ja auttaa palautumaan
Zone 2	60-70	Kehittää peruskestävyyttä ja parantaa rasvanpolttoa
Zone 3	70-80	Kehittää aerobista kuntoa lievästi ja väsymyksen sietokykyä
Zone 4	80-90	Lisää maksimaalista suorituskykyä, parantaa aerobista kuntoa kohtalaisesti ja väsymyksen sietokykyä
Zone 5	90-100	Lisää maksimaalista suorituskykyä, aerobista kuntoa ja nopeutta

ZoneOptimizer määrittää sykealueet alimman sykealueen (Zone1) ja korkeimman sykealueen (Zone5) välille. Määrittäminen tapahtuu harjoituksen alussa kolmessa eri vaiheessa syketiheyden ollessa 70-130 lyöntiä minuutissa. Ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan mitaus teholla 70-100 lyöntiä minuutissa, jolloin on paljon sykevaihtelua saatavilla. Tällöin saadaan havaittua vallitseva fysiologinen tila. Toisen vaiheen aikana, jolloin teho on 100-130 lyöntiä minuutissa, sykevälivaihtelu pienenee. Kolmannessa vaiheessa syketiheys on yli 130 lyöntiä minuutissa, jonka jälkeen sykevälivaihtelu on erittäin vähäistä tai lähes katoa. Kaksi ensimmäistä vaihetta kestää vähintään kaksi minuuttia ja kolmas vaihe vähintään 30 sekuntia. Kokonaiskesto määrittämiselle on enintään 10 minuuttia. (Kinnunen ym. 2011, 2.)

## 5 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Polar RCX5-harjoitustietokoneen ZoneOptimizer-määritysten vaihtelua eri sykealueilla neljässä liikuntamuodossa, joita olivat juoksu, pyöräily, uinti ja hiihto. Tarkoituksena oli selvittää ZoneOptimizerin määrittämien sykealueiden ja laktaattipitoisuuden muutoksiin perustuvan tasotestin perusteella mitattujen aerobisen ja anaerobisen kynnyksen suhdetta koko koehenkilöjoukolla sekä erikseen miehillä ja naisilla.

Tutkimusongelmat:

Miten herkästi ZoneOptimizer onnistuu määrittämään yksilölliset ja tilannekohtaiset harjoitussykerajat?

Kuinka paljon ZoneOptimizerin päivittäiset sykerajamääritykset vaihtelevat eri tehorojoilla ja eri liikuntalajeissa?

Miten ZoneOptimizerin sykerajamääritykset eri kestävyysliikuntalajeissa poikkeavat juoksemalla suoritettuna, veren laktaattipitoisuuden muutoksiin perustuvan, tasotestin perusteella määritetyistä aerobisesta ja anaerobisesta kynnyksestä?

Miten ZoneOptimizer-määritykset eroavat arvioituun (220-ikä) tai mitattuun maksimisykkeeseen perustuviin sykerajamäärityksiin?

## 6 Menetelmät

Polar Electro Oy:n ja Suomen Urheiluopiston yhteistyöhanke toteutettiin Suomen Urheiluopistolla keväällä 2011. Hankkeen aikana kerättiin dataa toukokuussa 2011 markkinoille tulevan Polar RCX5-harjoitustietokoneen ZoneOptimizer-ominaisuudesta. Uusi ominaisuus perustui kolmivaiheisen syke- ja sykevälimittauksen tunnistamiseen.

### 6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöitä oli alussa yhteensä 23 kpl, joista miehiä 15 kpl ja naisia 8 kpl. Kolme koehenkilöä joutui keskeyttämään testit loukkaantumisten ja sairastumisen takia. Yksi henkilö hylättiin harjoituspäiväkirjan virheellisten kirjausten takia. Lopullinen koehenkilöiden määrä oli 19 kpl (taulukko 3), joista miehiä 11 kpl (N=11, ikä  $37,1 \pm 7,8$  v, pituus  $180,7 \pm 7,8$  cm, massa  $79,2 \pm 8,1$  kg) ja naisia 8 kpl (N=8, ikä  $35,8 \pm 6,9$  v, pituus  $165,3 \pm 5,1$  cm, massa

61±2,7 kg) Koehenkilöt valittiin Suomen Urheiluopiston ja HAAGA-HELIA ammattikorkeakoulun liikunnanopettajista ja liikunnanohjaajista halukkuuden perusteella. He olivat kaikki aktiiviliikkuja, mutta eivät huippu-urheilijoita.

Taulukko 3. Koehenkilöiden ominaisuudet

	<b>Miehet (n=11)</b>	<b>Naiset (n=8)</b>	<b>Kaikki (n=19)</b>
Ikä (v)	37,1±7,8	35,8±6,9	36,5±7,0
Pituus (cm)	1,81±0,1	1,65±0,1	1,74±0,1
Paino (kg)	79,2±8,1	60,3±2,7	71,4±11,0
BMI (kg*m <sup>-2</sup> )	24,2±1,8	22,3±1,7	23,4±1,9
VO <sub>2</sub> max, Ownindex (ml/kg/min)	56,9±8,0	45,1±4,4	51,9±8,6
VO <sub>2</sub> max, tasotesti (ml/kg/min)	54,3±7,1	46,9±4,5	51,2±6,8
Aerobinen kynnys	149,9±5,1	152,8±11,1	151,1±8,3
Anaerobinen kynnys	167,6±5,2	170,6±11,2	168,9±8,4

Painoindeksin ja aktiivisuustason mukaan koehenkilöiden ryhmä oli melko homogeeninen ja sijoittuu normaalipainoisiin (BMI 18,5-24,9). Terveystutkimuksen mukaan suomalaisten keskimääräinen painoindeksi oli miehillä 27,0 ja naisilla 26,5 kg\*m<sup>-2</sup>.

## 6.2 Tutkimusasetelma

Polar ZoneOptimizer-datankeräykset Polar RCX5-harjoitustietokoneella suoritettiin 23.3.-18.4.2011 välisenä aikana. Samalla aikavälillä koehenkilöiden tuli suorittaa myös veren laktaattipitoisuuden muutoksiin perustuva tasotesti Suomen Urheiluopiston urheilutiasemalla. Datankeräystä tuli tehdä viisi kappaletta juoksussa, uinnissa ja pyöräilyssä ja mahdollisuuksien mukaan hiihdossa. Koehenkilöt suorittivat datankeräyksen vapaa-ajallaan ja omilla liikuntavälineillään.

Koehenkilöt kirjasivat ZoneOptimizer-sykealuetiedot sekä päivän tuntemukset harjoituspäivänä testauspäiväkirjaan (liite 3). Testauspäiväkirjojen tiedoista muodostettiin Excel-tilaukko, jonka tulosten perusteella tehty raportti palautettiin toimeksiantajalle 26.5.2011. Kesällä 2014 aineiston analysointia jatkettiin ja sitä käytettiin tähän opinnäytetyöhön.

## 6.3 Mittausten suorittaminen

Tasotestin tarkoituksena oli määrittää tutkittavien aerobinen ja anaerobinen kynnys testin aikaisen sykereaktion ja maitohapon kumuloitumisen perusteella. Testissä mitattavia muuttujia olivat syke, maitohappo ja 1000 metrin vetoaika. Aerobisen kynnyksen määrittämiskriteerinä pidettiin laktaattipitoisuuden ensimmäistä nousukohtaa perustasosta ja



anaerobisen kynnyksen määrittämiskriteerinä oli laktaattipitoisuuden toinen jyrkempi nousukohta.

Tasotesti suoritettiin kenttätestinä Vierumäen urheiluhallin 200 metrin sisäradalla siten, että kukin koehenkilö juoksi viisi 1000 metrin vetoa. Jokaiselle vedolle annettiin tavoitesyke tai sykerajat, jossa testattavan tuli pysyä. Kierrosten tavoitesykkeet määritettiin testattavan tiedossa olevan maksimisykkeen perusteella. Ennen testiä ja jokaisen viiden kierroksen (1000 metriä) jälkeen kirjattiin ylös syketieto ja otettiin verikoe sormenpäästä, josta määritettiin laktaattipitoisuus. Tavoitteena oli, että viimeinen 1000 metrin veto oli maksimaalinen tai lähellä testattavan maksimaalista suorituskyykyä. Tasotestin mittaukset ja laboratoriotutkimukset suoritti Suomen Urheiluopiston urheilutestiasema (liite 1).

Koehenkilöiden tuli selvittää oma maksimisykkeensä ennen laitetestausta, mikä syötettiin harjoitustietokoneeseen yhdessä testattavan muiden tietojen kanssa (pituus, paino, ikä, aktiivisuustaso). Maksimisykkeen tuli olla koehenkilön korkein mitattu maksimisyke. Tätä maksimisykearvoa käytettiin kaikissa kenttämittauksissa, jolloin niiden arvoja voitiin verrata keskenään. Maksimisyketieto saatiin tasotestin aikana tai siinä käytettiin jo aiemmin mitattua.

Koehenkilöillä oli käytössään Polar RCX5 -harjoitustietokone ja WearLink Hybrid -lähetin. He kirjasivat harjoituksen jälkeen harjoitustietokoneen antamat viisi sykealuetta ja tuntemuksensa testauspäiväkirjaan. Harjoituspäiväkirjan ylläpidon lisäksi koehenkilöt antoivat vapaamuotoista palautetta uuden harjoitustietokoneen käytettävyydestä.

ZoneOptimizer-sykealuemäärytykset tapahtuivat kolmivaiheisesti. Harjoitustietokone ohjeisti koehenkilön pysymään ensimmäisellä tasolla sykealueella 70-100 bpm kahden minuutin ajan, toisella tasolla sykealueella 100-130 bpm kahden minuutin ajan ja kolmannella sykealueella yli 130 bpm yhden minuutin ajan. Näillä mittauksilla harjoitustietokone tunnisti syke- ja sykevälimittauksen perusteella koehenkilön viisi harjoitussykealuetta päiväkunnan mukaan. Harjoitustietokone pystyi tunnistamaan päivän sykealueet jo aiemmalla tasolla, joten viimeiselle tasolle ei koehenkilön tarvinnut aina päästä. Yksittäisen määrytyksen jälkeen oli mahdollisuus jatkaa harrastamaansa lajia.

## 6.4 Tulosten tarkastelutavat

Tuloksia tarkasteltiin koko koehenkilöjoukon keskiarvoina ja keskihajontoina sekä erikseen naisten ja miesten keskiarvoina ja keskihajontoina. Sykealueomääritysten onnistumista koskevissa tuloksissa otettiin huomioon kaikki koehenkilöiden tekemät suoritukset ja muissa vain niiden koehenkilöiden suoritukset, jotka olivat tehneet vähintään neljä testiä kyseisessä lajissa.

Päivitetyt sykerajat tarkoittavat niitä mittauksia, joissa harjoitustietokone tunnisti tarvittavan sykevälivaihtelun ZoneOptimizer-sykealueiden päivittämiseksi. Oletussykerajat tarkoittavat niitä mittauksia, joissa harjoitustietokone ei pystynyt löytämään tarvittavia sykevälivaihteluita ZoneOptimizer-määritysten päivittämiseksi ja käytti mitattuun maksimisykkeeseen perustuvia laskennallisia arvoja (Sport Zones -sykealueet). Testauspäiväkirjoista laskettiin tehdyt sykealueomääritykset ja niistä erotettiin oletussykealueelle jääneet määritykset, joita kutsuttiin epäonnistuneiksi. Onnistuneiden ja epäonnistuneiden sykealueomääritysten välinen suhde kaikkiin tehtyihin rajamäärittäisiin sekä eri lajeissa laskettiin seuraavilla kaavoilla: onnistuneet / rajamääritysten lukumäärä ja epäonnistuneet / rajamääritysten lukumäärä. Tämä suoritettiin koko koehenkilöjoukolle sekä miehille ja naisille erikseen.

Sykealuerajojen vaihtelun selvittämiseksi ensin kullekin henkilölle laskettiin kustakin liikuntamuodosta kaikkien toteutettujen sykerajamääritysten suhteelliset keskihajonnat viidellä eri sykerajalla seuraavalla kaavalla: suhteellinen keskihajonta = määritettyjen sykerajojen keskihajonta  $\times$  100 / määritettyjen sykerajojen keskiarvo. Tämän jälkeen ryhmän käyttäytymistä kuvaavaksi suhteelliseksi keskihajontaindeksiksi laskettiin eri henkilöiden suhteellisten keskihajontojen keskiarvo.

Maitohappomäärittäisiin perustuvien kynnyksarvojen vertailun selvittämiseksi laskettiin koko koehenkilöjoukon sekä erikseen miesten ja naisten aerobinen ja anaerobinen kynnyks. ZoneOptimizer-sykealueiden suhde aerobiseen ja anaerobiseen kynnykseen laskettiin kaavoilla: sykealueen raja 4 / aerobinen kynnyks ja sykealueen raja 5 / anaerobinen kynnyks. Tämä tehtiin koko koehenkilöjoukolle sekä miehille ja naisille erikseen.

ZoneOptimizer määrittäksessä käytetään maksimisykkeenä mitattua arvoa, mikä pysyy muuttumattomana. Sykealueella 5 maksimisyke oli alueen yläraja (100 %) ja siitä alaspäin sykealueet määrittyvät ZoneOptimizerin algoritmin mukaan. Mitattua maksimisykettä käyttävät oletussykealueet jakautuvat Polar Sport Zones -alueiden (taulukko 2) prosentiosuuksien mukaisesti. Arvioidun maksimisykkeen (220-ikä) sykealueiden keskiarvot jakautuvat tuloksissa myös Polar Sport Zones -alueomääritysten mukaisesti.

Arvioidun maksimisykkeen, mitatun maksimisykkeen ja ZoneOptimizer-määrittäisiin perustuvien sykerajamäärittysten erojen selvittämiseksi laskettiin koko koehenkilöjoukon sekä miesten ja naisten sykealuerajojen prosenttiosuudet maksimisykkeestä. Tätä sykealuerajaa eri lajeissa ja kaikkien koehenkiöiden sekä eri sukupuolten kesken verrattiin mitatun maksimisykkeen perusteella laskettuihin prosenttiosuuksiin.

## 7 Tulokset

### 7.1 ZoneOptimizerin päivittämät harjoitusvykeajat

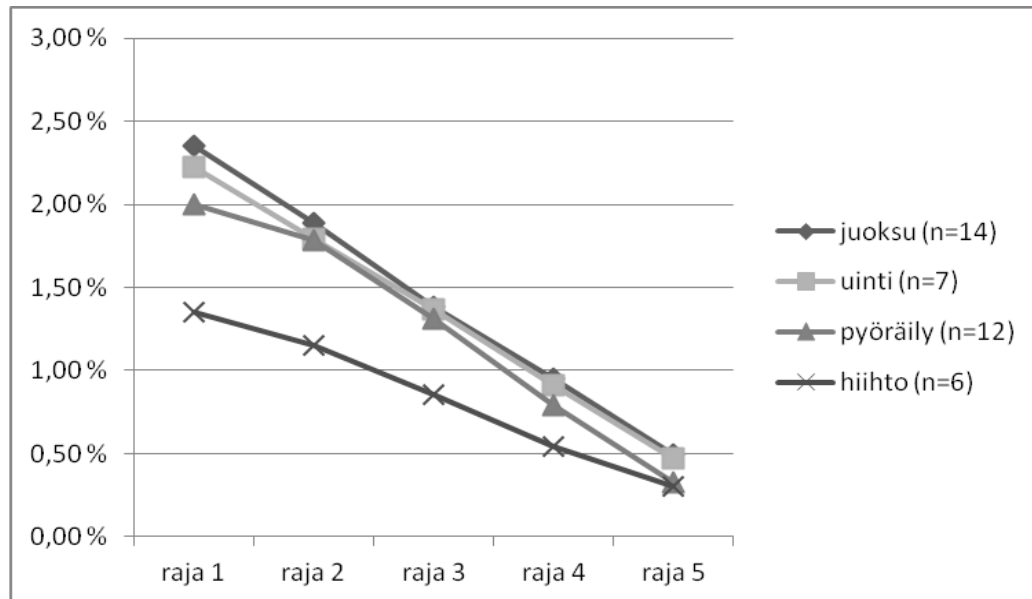
ZoneOptimizerillä tapahtuvia harjoitusvykeajamäärityksiä tehtiin tässä tutkimuksessa kaikkiaan 289 kpl. Näistä 79 %:ssa ZoneOptimizer onnistui määrittämään työvykeiheyteen ja sykevälivaihtelun muuttumiseen perustuvat päivitetty harjoitusvykeajat. Lopuilla määrityskerroilla ZoneOptimizer ei onnistunut löytämään riittävää ja riittävän selkeää sykevälivaihtelutietoa ja antoi koehenkilölle vakioitua ja ennalta syötettyihin taustatietoihin perustuvat oletusvykeajat.

Taulukko 4. Testauskertojen määrät ja vykeajamääritysten onnistuminen koehenkilöillä

Laji	Sykealueamääritysten lukumäärä / kpl	Onnistuneiden päivitysten lukumäärä, kaikki / kpl	Onnistuneiden päivitysten lukumäärä, miehet / kpl	Onnistuneiden päivitysten lukumäärä, naiset / kpl
Juoksu	92	74	42	32
Uinti	76	49	23	26
Pyöräily	84	71	40	31
Hiihto	37	34	23	11

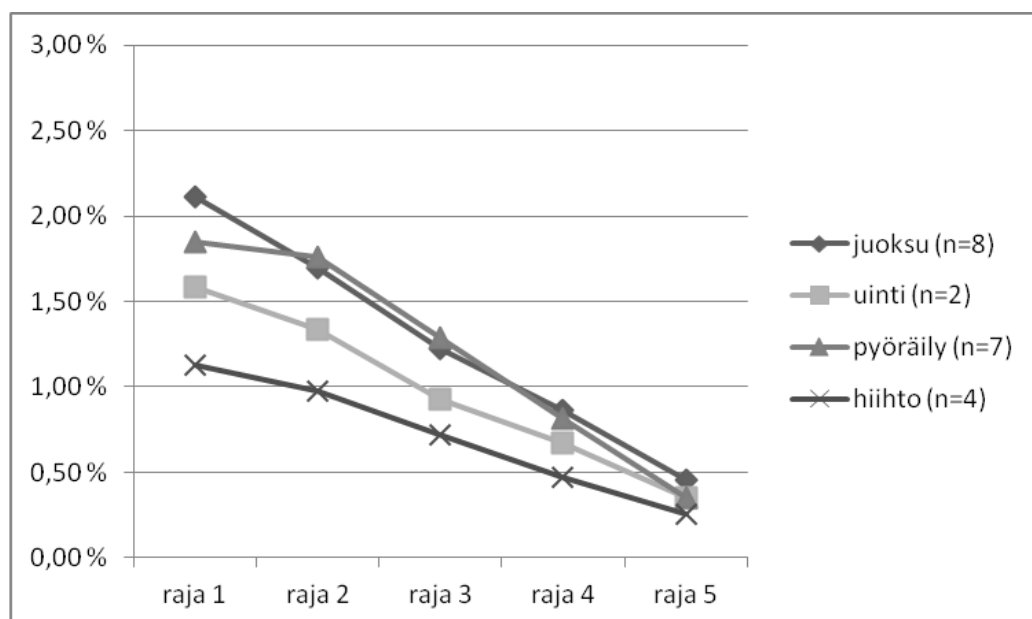
ZoneOptimizerin päivittämiä sykealueamäärityksiä tuli eniten juoksussa ja pyöräilyssä ja hiihdossa (taulukko 4). Vähiten päivityksiä tuli uinnissa, jossa noin joka kolmas määritys antoi oletusvykealueet. Uinti oli myös ainoa laji, jossa naisilla oli enemmän onnistuneita päivityksiä. Miesten ja naisten ero päivitysneiden sykealueamääritysten välillä kaikissa lajeissa yhteensä oli 1,4 prosenttiyksikköä. Lähimpänä molemmat sukupuolet olivat juoksussa ja hiihdossa, joissa erot olivat miehillä 0,3 ja 0,7 prosenttiyksikköä suuremmat.

## 7.2 Päivittäisten sykerajojen vaihtelu eri tehorajoilla ja eri lajeissa



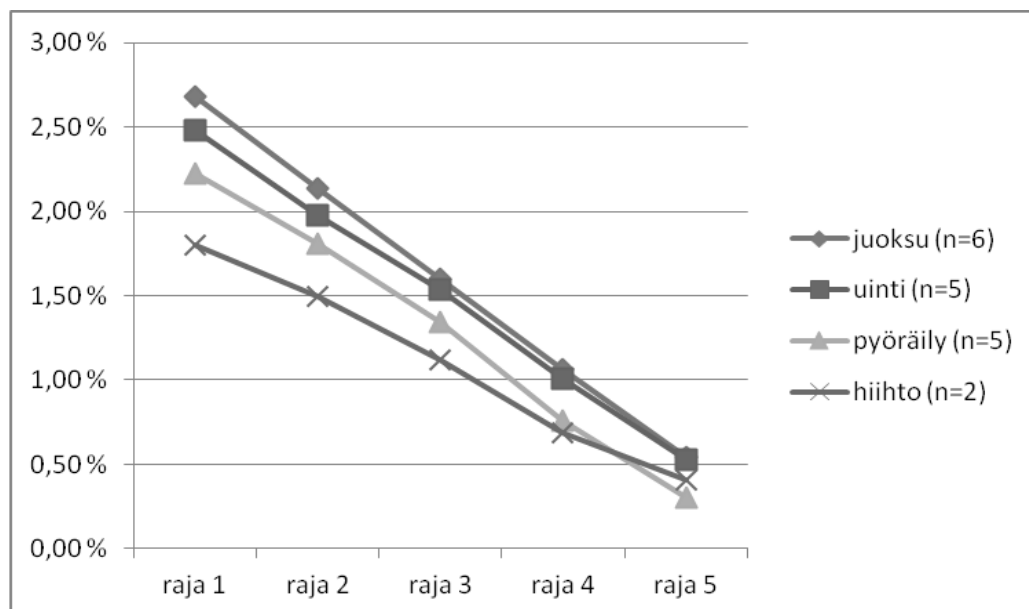
Kuvio 4. ZoneOptimizer menetelmällä määritettyjen harjoitusasykerajojen suhteelliset keskihajonnat eri liikuntamuodoissa

Kaikkien lajien osalta eniten sykealue määritysten 1-3 vaihtelua oli juoksussa, uinnissa ja pyöräilyssä välillä 1,4 - 2,6 %:a. Vähiten vaihtelua oli hiihdossa, jossa vaihtelua oli välillä 0,9 - 1,4 %:a. Miesten ja naisten sykerajoilla 4-5, maksimisykkeen rajoittaessa korkeinta aluetta, vaihtelu oli alle puoli prosenttia. Kolmella alimmalla sykealueen rajalla vaihtelu oli 0,9 - 2,4 %:a, mikä oli sydämenlyönteinä 2 - 5 lyöntiä minuutissa.



Kuvio 5. ZoneOptimizer menetelmällä määritettyjen harjoitusasykerajojen suhteelliset keskihajonnat eri liikuntamuodoissa miehillä

Miesten juoksussa ja pyöräilyssä sykealue määritysten 1-3 vaihtelu oli lähellä toisiaan sykemääritysten rajoilla 2-3, jossa vaihteluväli 1,2 – 1,8 %:a (kuvio 5). Samalla sykealueella uinnissa ja hiihdossa hajontaa oli vähemmän verrattuna muihin, vaihtelu 0,7 – 1,6 %:a. Kolmella alimmalla sykealueella vaihtelu oli 0,7 - 2,1 %:a, mikä oli sydämenlyönteinä 2 - 4 lyöntiä minuutissa.

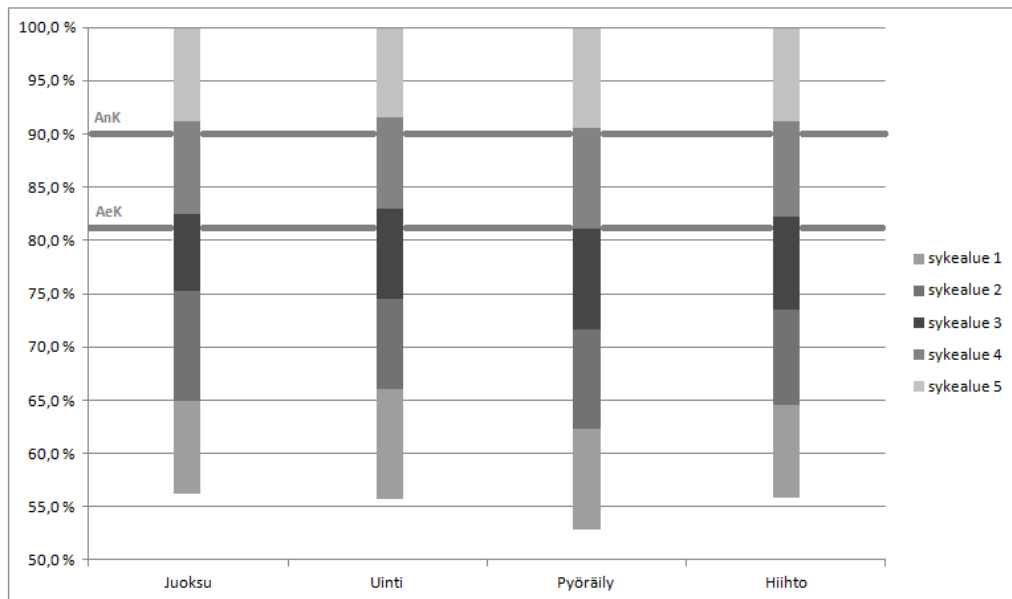


Kuvio 6. ZoneOptimizer menetelmällä määritettyjen harjoitussykerajojen suhteelliset keskihajonnat eri liikuntamuodoissa naisilla

Naisilla sykealue määritykset rajoilla 1-3 olivat lähellä toisiaan juoksussa, pyöräilyssä ja uinnissa, vaihteluväli 1,5 – 2,7 %:a (kuvio 6). Hiihdossa oli vähemmän hajontaa muihin lajeihin verrattuna rajoilla 1-3 vaihteluvälin ollessa 1,1 – 1,8 %:a. Kolmella alemmalla sykealueella keskihajontojen keskiarvot olivat 1,1 - 2,7 %:a, mikä oli sydämenlyönteinä 2 - 5 lyöntiä minuutissa.

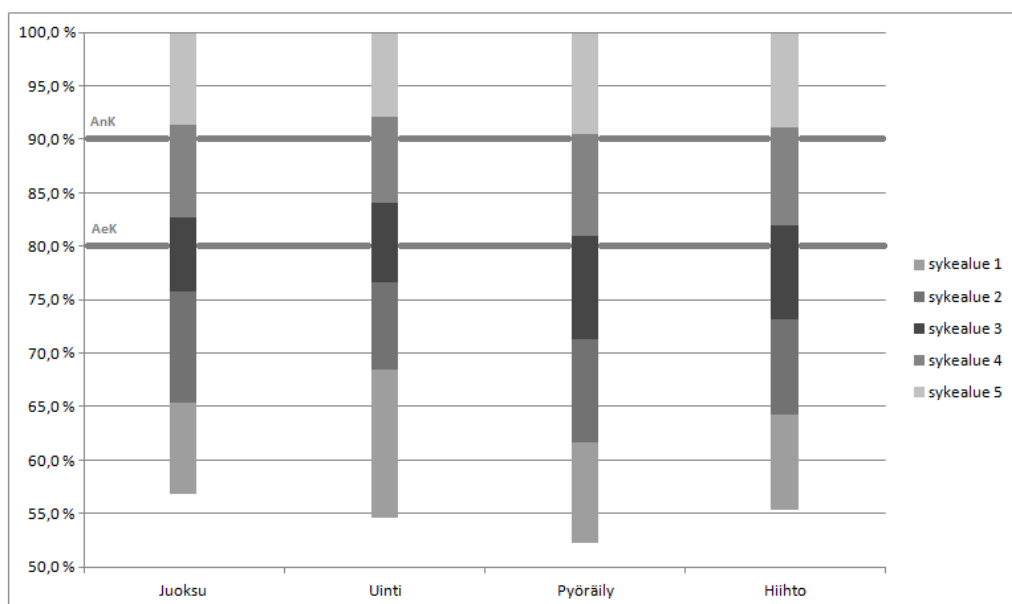
### 7.3 ZoneOptimizer-sykerajojen vertailu maitohappomääritykseen perustuviin kynnyksarvoihin (aerobinen ja anaerobinen kynnyks)

Kaikkien tutkittavien osalta aerobinen kynnyks oli 81,0 %  $\pm$  0,4 ja anaerobinen kynnyks 90,0 %  $\pm$  0,4 maksimaalisesta sykkeestä (kuvio 7). Kaikissa lajeissa sykealueiden 3 ja 4 raja oli aerobisen kynnyksen yläpuolella välillä 81,1 - 83,0 % maksimisykkeestä. Sykealueiden 4 ja 5 raja oli myös anaerobisen kynnyksen yläpuolella 90,6 - 91,5 % maksimisykkeestä. ZoneOptimizerin määrittämien sykealueiden erot aerobisella kynnyksellä oli 0,1 - 2,5 % ja anaerobisella kynnyksellä 0,7 - 1,7 % suuremmat verrattuna tasotestillä määritettyihin kynnyksarvoihin.

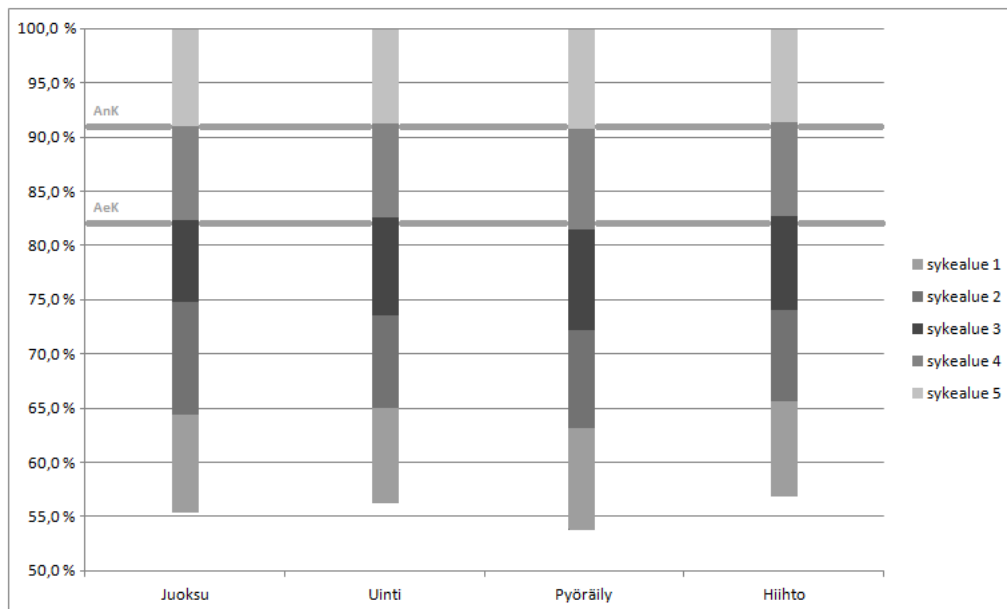


Kuvio 7. Sykealueiden keskiarvot eri lajeissa verrattuna aerobiseen ja anaerobiseen kynnukseen miehillä ja naisilla yhteensä

Miehillä aerobinen kynnys oli  $80,0 \% \pm 0,4$  ja anaerobinen kynnys  $90,0 \% \pm 0,4$  maksimaalisesta sykkeestä (kuvio 8). Kaikissa lajeissa sykealueiden 3 ja 4 raja oli aerobisen kynnyn yläpuolella välillä  $80,9 - 84,1 \%$  maksimisykkeestä. Sykealueiden 4 ja 5 raja oli myös anaerobisen kynnyn yläpuolella  $90,5 - 92,1 \%$  maksimisykkeestä. ZoneOptimize-rin määrittämien sykealueiden erot aerobisella kynnysellä oli  $1,1 - 5,1 \%$  ja anaerobisella kynnysellä  $0,6 - 2,3 \%$  suuremmat verrattuna tasotestillä määritettyihin kynnysarvoihin.



Kuvio 8. Sykealueiden keskiarvot verrattuna aerobiseen ja anaerobiseen kynnukseen eri lajeissa miehillä



Kuvio 9. Sykealueiden keskiarvot verrattuna aerobiseen ja anaerobiseen kynnykseen eri lajeissa naisilla

Naisilla aerobinen kynnys oli  $82,0 \% \pm 0,4$  ja anaerobinen kynnys  $91,0 \% \pm 0,4$  maksimaalisesta sykkeestä (kuvio 9). Juoksussa, uinnissa ja hiihdossa sykealueiden 3 ja 4 raja oli aerobisen kynnyksen yläpuolella välillä  $82,3 - 82,7 \%$  maksimisykkeestä. Pyöräilyssä sykealueiden 3 ja 4 raja jäi alle aerobisen kynnyksen, jossa se oli  $81,5 \%$  maksimisykkeestä. Sykealueiden 4 ja 5 välisellä rajalla juoksu oli anaerobisella kynnyksellä  $90,0 \%$  ja pyöräily ja hiihto ylittivät kynnyksen välillä  $91,2 - 91,4 \%$  maksimisykkeestä. Pyöräilyssä syke jäi alle aerobisen kynnyksen  $90,7 \%$ :lla maksimisykkeestä. ZoneOptimizerin määrittämien sykealueiden erot aerobisella kynnyksellä olivat juoksussa, uinnissa ja hiihdossa  $0,4 - 0,9 \%$  suuremmat ja pyöräilyssä  $-0,6 \%$  pienempi verrattuna tasotestillä määritettyihin kynnysarvoihin. Erot anaerobisella kynnyksellä erot olivat vastaavasti juoksussa, uinnissa ja hiihdossa  $0,2 - 0,4 \%$  suuremmat ja pyöräilyssä  $-0,3 \%$  pienemmät verrattuna tasotestillä määritettyihin kynnysarvoihin.

#### 7.4 Arvioituun maksimisykkeeseen, mitattuun maksimisykkeeseen ja ZoneOptimizer-määrittämiin perustuvien sykerajamääritysten erot

län perusteella arvioidun maksimisykkeen (220-ikä) keskiarvo oli kaikilla koehenkilöillä yhteensä  $183,5 \pm 7,0$  lyöntiä minuutissa (bpm) ja mitatun maksimisykkeen keskiarvo  $186,9 \pm 9,4$  bpm. Arvioidun maksimisykkeen keskiarvo oli miehillä  $182,9 \pm 7,4$  bpm ja naisilla  $184,3 \pm 6,4$  bpm. Mitatun maksimisykkeen keskiarvo oli miehillä  $187,1 \pm 8,7$  bpm ja naisilla  $186,6 \pm 10,3$  bpm.



Taulukko 3. Rajamääritykset kaikissa lajeissa koko tutkimusjoukolla ja miehillä sekä naisilla erikseen

		raja 1 / %	raja 2 / %	raja 3 / %	raja 4 / %	raja 5 / %
Kaikki	Arvioitu maksimisyke	50,1	60,0	70,0	80,0	90,0
	Mitattu maksimisyke	50,1	60,1	70,0	80,0	90,0
	Juoksu (ZO)	56,2	64,9	75,3	82,5	91,2
	Uinti (ZO)	55,7	66,1	74,5	83,0	91,5
	Pyöräily (ZO)	52,9	62,3	71,7	81,1	90,6
	Hiihto (ZO)	55,8	64,6	73,5	82,2	91,2
Miehet	Arvioitu maksimisyke	50,1	60,0	70,0	80,0	90,0
	Mitattu maksimisyke	50,1	60,1	70,1	80,0	90,1
	Juoksu (ZO)	56,8	65,4	75,7	82,7	91,4
	Uinti (ZO)	54,6	68,5	76,6	84,1	92,1
	Pyöräily (ZO)	52,2	61,6	71,3	80,9	90,5
	Hiihto (ZO)	55,3	64,2	73,2	82,0	91,1
Naiset	Arvioitu maksimisyke	50,1	59,9	69,9	80,1	90,0
	Mitattu maksimisyke	50,0	60,1	70,0	80,0	90,0
	Juoksu (ZO)	55,4	64,4	74,8	82,3	91,0
	Uinti (ZO)	56,2	65,0	73,6	82,6	91,2
	Pyöräily (ZO)	53,8	63,2	72,2	81,5	90,7
	Hiihto (ZO)	56,8	65,6	74,0	82,7	91,4

ZO = ZoneOptimizer

Kaikilla tutkittavilla ZoneOptimizerin määrittämät sykealueet eroavat sykealueen 1 alarajalla oletussykealueisiin vähiten pyöräilyssä 5,6 %:a ja eniten juoksussa 12,2 %:a (taulukko 3). Vastaavasti sykealueen 2 alarajalla pyöräilyn ero oli 3,7 %:a ja uinnin 8,0 %:a. Sykealueen 3 alarajalla ero pyöräilyssä oli 2,4 %:a ja uinnissa 7,6 %:a. Sykealueen 4 rajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 1,4 %:a ja eniten uinnissa 3,8 %:a. Alueen 5 rajalla erot pienivät pyöräilyssä 0,7 %:iin ja uinnissa 1,7 %:iin.

Miehillä ZoneOptimizerin sykealueet eroavat sykealueen 1 alarajalla oletussykealueisiin vähiten pyöräilyssä 4,2 %:a ja eniten juoksussa 13,4 %:a. Sykealueen 2 alarajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 2,5 %:a ja eniten uinnissa 14,0 %:a. Sykealueen 3 alarajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 1,7 %:a ja uinnissa 9,3 %:a. Sykealueen 4 alarajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 1,1 %:a ja eniten uinnissa 5,1 %:a. Sykealueen 5 alarajalla vähiten eroa oli myös pyöräilyssä 0,44 %:a ja eniten uinnissa 2,2 %:a.

Naisilla ZoneOptimizerin sykealueet eroavat sykealueen 1 alarajalla oletussykealueisiin vähiten pyöräilyssä 7,6 %:a ja eniten hiihdossa 13,6 %:a. Sykealueen 2 alarajalla vähiten

eroa oli pyöräilyssä 5,2 %:a ja eniten hiihdossa 9,2 %:a. Sykealueen 3 alarajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 3,1 %:a ja eniten juoksussa 6,9 %:a. Sykealueen 4 alarajalla vähiten eroa oli pyöräilyssä 1,9 %:a ja eniten hiihdossa 3,4 %:a. Sykealueen 5 alarajalla vähiten eroa pyöräilyssä 0,8 %:a ja eniten hiihdossa 1,6 %:a.

Pyöräilyssä vähiten eroa oletussykealueisiin koko tutkimusjoukolla sekä erikseen myös miehillä ja naisilla. Miehillä suurimmat erot oletussykealueisiin olivat ensimmäisen sykealueen rajalla juoksussa ja muilla rajoilla uinnissa. Naisilla suurimmat erot olivat hiihdossa oletussykealueiden rajoilla 1-2 ja 4-5, ja rajalla 3 oli eniten eroa juoksussa.

Arvioidun maksimisykkeen ja mitatun maksimisykkeen perusteella määritetyt sykealueet erosivat koko ryhmällä enintään 0,1 - 0,2 prosenttiyksikköä. ZoneOptimizer-sykerajamääritykset eri kestävyysliikuntalajeissa yhteensä ovat kaikilla sykealuerajoilla keskimäärin koko tutkimusjoukolla 1,2-11,0 %:a, miehillä 1,4-12,2 %:a ja naisilla 1,1-10,9 %:a suuremmat verrattuna mitatun maksimisykkeen perusteella määritettyihin harjoitusykealueisiin.

## 8 Pohdinta

### 8.1 Tulosten pohdinta

Tämän tutkimuksen päälöydöksenä voidaan pitää sitä, että Polar RCX5 harjoitustietokoneen päivittäisten harjoitusvykearjojen ZoneOptimizer määrittämismenettely toimii herkästi ja luotettavasti. Laite onnistuu löytämään käyttäjän vireys- ja harjoitustilaan ja eri kestävyysliikuntalajeihin sopivat harjoitusvykealueet noin 80 %:lla harjoituskerroista. Lopuilla harjoituskerroilla laite turvautuu henkilön taustatietoihin perustuviin oletusvykerajoihin, antaen näinkin henkilökohtaiseen syketasoon sopivat jokseenkin tarkat ja yksilölliset harjoitusvykerajat. Kaikissa tapauksissa ZoneOptimizer-harjoitusvykerajat ovat hyvin lähellä veren laktaattipitoisuuden mittaamiseen perustuvan nousujohteisen tasotestin perusteella löydettäviä harjoitusvykerajoja.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että eroa miesten ja naisten välillä ei ole eroa eri lajien vykealue määritysten onnistumisessa harjoitustietokoneella. Uinnissa miehillä ja pyöräilyssä naisilla oli havaittavissa toisiinsa verrattuina enemmän oletusvykealueita. Hiihdossa oli vähiten testauskertoja muihin lajeihin verrattuna (12,8 %). Hiihdossa keskihajontojen keskiarvojen pienempi vaihteluväli voi johtua pienestä otoskoosta (miehet  $n=4$  ja naiset  $n=2$ ) ja näin ollen sitä ei voida pitää kovin luotettavana.

Päivittäisen vykerajavaihtelun osalta vaihtelu eri lajeissa oli noin 2-5 lyöntiä minuutissa. Keskisen (2011, 112.) mukaan päivittäinen vaihtelu voi kevyessä rasituksessa olla 8 lyöntiä minuutissa ja se laskee kuormituksen kasvaessa. Tähän verrattuna ZoneOptimizer määritykset pysyvät tämän vaihtelun sisällä ja se pystyy osoittamaan autonomisen hermoston muutoksia. Fysiologisen tilan mukainen päiväkunto ei kuitenkaan muuta merkittävästi vykerajoja.

ZoneOptimizer määritti korkeimmat vykealue rajat (4 ja 5) lähelle tasotestillä määritettyjä laktaattipitoisuuden muutoksiin perustuvia aerobista ja anaerobista kynnyksarvoja koko koehenkilöjoukolla. Pyöräilyssä naisilla rajat jäivät hieman alle kynnyksarvojen. Miehillä tasotestillä mitatut kynnykset jäivät syketiheytenä tarkasteltuna suhteellisesti hieman alhaisemmiksi kuin naisilla. Tämä saattaa selittyä sillä, että miehillä erilaisesta lihaksistosta ja lihasten käytöstä johtuen laktaatin muodostuminen vauhdiltaan nousujohteisessa juokussavoi alkaa aikaisemmin ja runsaampana kuin naisilla.

Arvioidun maksimisykkeen ja mitatun maksimisykkeen perusteella laskettavat alue määritykset ovat lähes samat, osittain 0,1-0,2 %:n eroilla. Molemmilla tavoilla alue määrityksiä

laskettaessa harjoitustietokone laskee aina saman prosenttiosuuden (Polar Sport Zones) maksimisykkeestä. ZoneOptimizer-sykealuearajat ovat jonkin verran korkeammat verrattuna mitattuun maksimisykkeeseen perustuviin Polar Sport Zones -sykerajoihin.

## **8.2 Luotettavuuspohdinta**

Testattavien avointen palautteiden mukaan muutaman minuutin välein tehty sykealueiden määrittäminen saattoi antaa eri raja-arvoja. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan selvitetty peräkkäisten sykealueiden määrittämisen onnistumista tai niiden vaihtelua. Yksittäisen testauskerran yhteyteen ei annettu ohjeita, minkälaisessa tilassa suoritus tulisi aloittaa. Tällä on voinut olla vaikutusta tutkittavan fysiologiseen tilaan. Juoksu ja pyöräily ovat lajeja, joita voi alkaa suorittamaan välittömästi ilman toimenpiteitä, esimerkiksi kotiovelta. Osa oli tehnyt pyöräilyn kuntopyörällä kotonaan ja osa ulkona erilaisissa maastoissa. Uimahalleissa on mahdollisuus saunomiseen ennen uintisuoritusta, mikä saattaa aiheuttaa autonomisen hermoston aktiivisuutta. Myös hiihtoladulle siirtymiseen testattava on voinut kulkea pidemmänkin matkan suksiaan kantaen.

Testien tarkempi vakioiminen suorituspaikkaan ja vuorokaudenaikaan nähden olisi voinut tuoda lisäarvoa tuloksiin. Myös juosten tehdyn tasotestin tulosten vertaaminen muihin liikuntalajeihin saattaa vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

## **8.3 Yhteenveto**

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta ZoneOptimizer-ominaisuuden määrittämismenettelyn toimivan herkästi ja luotettavasti. ZoneOptimizer-määrittämisessä käytetyn kolmen alimman sykealuearajan vaihtelu oli pientä, joten päiväkuunto ei muuta merkittävästi sykerajoja. ZoneOptimizer-sykealuearajat korkeammilla sykealueilla määrittäytyivät melko tarkasti juosten tehdyn tasotestin perusteella määritetyille aerobiselle ja anaerobiselle kynnykselle koko koehenkilöjoukolla yhteensä. ZoneOptimizer-sykealuearajat ovat korkeammalla verrattuna mitattuun maksimisykkeeseen perustuviin Polar Sport Zones -sykerajoihin, etenkin alimmilla sykealueilla.

Jatkotutkimusaiheena voisi olla, minkälaisessa tilassa sykemäärittäminen tulisi aloittaa. Kuinka paljon siirtyminen harjoituspaikalle fyysisesti liikkumalla vaikuttaa harjoituksen alussa määritettyihin sykemäärittämiin ja mikä on päivittäisen aktiviteetin vaikutus sykemäärittämiin sekä palautumiseen aamu- ja iltaharjoituksessa.

## Lähteet

- Acharya, U. R., Joseph, K. P., Kannanthan, N., Lim, C. H. & Suri J. S. 2006. Heart rate variability: a review. Medical & Biological & Engineering & Computing. 44, s.1031-1036.
- Cruz, R., Manoel, F. A., Melo, B. P., Castro, P. H. C., Freitas, J. V., Santos, J. P. N., Lima, J., R. P., Marins, J. C. B. & Silva, S. D. 2014. Are Maximum Heart Rate and Recovery rate of Cyclist Influenced by the Time of the Day? Journal of Exercise Physiology online. 17, 2, s. 22-25.
- Dekker, J. M., Crow, R. S., Folsom, A. R., Hannan, P. J., Liao, D., Swenne, C. A. & Schouten, E. G. 2000. Low Heart Rate Variability in a 2-Minute Rhythm Strip Predicts Risk of Coronary Heart Disease and Mortality From Several Causes. Circulation. 102, s. 1240.
- Firstbeat Technologies Ltd. 2009. Heart Beat Based Recovery Analysis for Athletic Training. White paper. s.1-2.
- Haug, E., Sand, O., Sjaastad, Ø. V. & Toverud, K. C. 2007. Ihmisen fysiologia. 1.-3. painos. Suomentanut Kirsti Silman. WSOY. Helsinki.
- Karvonen, J. & Vuorimaa, T. 1998. Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. Practical Application. Sports Medicine. 5, s. 306.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. 2012. Physiology of Sport and Exercise. 5. painos. Human Kinetics. Champaign, USA.
- Keskinen, K. L., 2007. Hengitys- ja verenkiertoelimistö ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. L. & Häkkinen, K. (toim.). Urheiluvalmennus. s. 87. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Keskinen, K. 2011. Fyysinen kunto ja sen testaaminen. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. (toim.) Liikuntalääketiede, s.112. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.
- Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2011. Ammattimainen kuntotestaustoiminta. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 161.

Kettunen, R., Hassinen, I., Peuhkurinen, K. & Kupari, M. 2008. Sydänlihaksen rakenne ja toiminnot, sydän pumppuna. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, S. N. & Peuhkurinen, K. (toim.). Kardiologia, s. 47-48. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Kiviniemi, A. M., Hautala, A. J., Kinnunen, M. & Tulppo M. P. 2007. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. European Journal of Applied Physiology. 101, s.748-749.

Kinnunen, H., Posio, T. & Laukkanen, R. 2011. Polar White Paper: Polar ZoneOptimizer. Polar Electro Oy.

Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001. Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo? Finnanest, 34, 3, s. 249.

McDonald, A. H., 1980. Mechanisms affecting heart-rate. Teoksessa Kitney, R. I. & Rompelman, O. (toim.) The Study of heart rate variability. s. 5-6. Clarendon Press. Oxford.

Mäkijärvi, M. 2008. Elektrokardiografia. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, S. N. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. s. 132-133. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Nummela, A. 2007. Kestävyyssuorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 161.

Nummela, A., Keskinen, K. & Vuorimaa, T. 2007. Kestävyys. Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. L. & Häkkinen, K. (toim.). Urheiluvalmennus. s. 333-362. VK-Kustannus Oy. Lahti.

Polar Electro Oy. 2011. New Cutting-Edge RCX5 Training Computer. News. Luettavissa: [http://www.polar.fi/en/about\\_polar/news/new\\_cutting-edge\\_RCX5\\_training\\_computer](http://www.polar.fi/en/about_polar/news/new_cutting-edge_RCX5_training_computer). Luettu: 14.4.2011.

Reuter, B. H. & Hagerman, P. S. 2008. Aerobic Endurance Exercise Training. Teoksessa Baechle, R. T. & Earle, R. W. (toim.). Essentials of strength training and conditioning. Human Kinetics. USA.

Riski, J. 2009. Lasten ja nuorten kestävyysharjoittelu. Teoksessa Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. s.288. VK-Kustannus Oy. Lahti.

Rompelman, O. 1980. The assessments of fluctuation in heart rate. Teoksessa Kitney, R. I. & Rompelman, O. (toim.) The Study of heart rate variability, s. 59. Clarendon Press. Oxford.

Rusko, H. 1989. Kestävyyden harjoittaminen. Teoksessa Kantola, H. (toim). Suomalainen valmennusoppi. Harjoittelu. s. 162. Suomen Olympiakomitea.

Tulppo, M. P., Mäkilä, T. H., Takala, T. S. E., Seppänen, T. & Huikuri, H. V. 1996. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. American Journal of Physiology. 271, 1, s. 244.

Tuomainen, P. 2015. Physical Exercise in Clinically Healthy Men and in Patients with Angiographically Documented Coronary Artery Disease with Special Reference to Cardiac Autonomic Control and Warm-up Phenomenon, s.39. Kuopion yliopisto. Kuopio.

Vuorimaa, T. & Seppänen, L. 1986. Kestävyyssuoksuvalmennus. s. 48-49. Suomen Urheiluliitto Ry.

## Liitteet

### Liite 1. Tasotestin kuvaus

Suomen Urheiluopisto



Henna Torpo 16.03.2011

#### TASOTESTI

Tasotesti on kenttätesti, jonka avulla aerobinen ja anaerobinen kynnys on määriteltävissä testin aikaisen sykereaktion ja maitohapon kumuloitumisen perusteella. Olosuhteiden vakioimiseksi testi tehdään Vierumäen Urheiluhallin sisäradalla.

Testissä juostaan 5-7 kpl vetoja (1000 m) progressiivisesti kiihtyvällä nopeudella ja sykkeellä. Jokaisen 1000 m vedon jälkeen kirjataan ylös syketieto ja maitohaponäyte sormenpäästä. Palautusaika vetojen välillä on ainoastaan näytteenottoaika ja tietojen kirjaaminen eli maksimissaan noin 60 s.

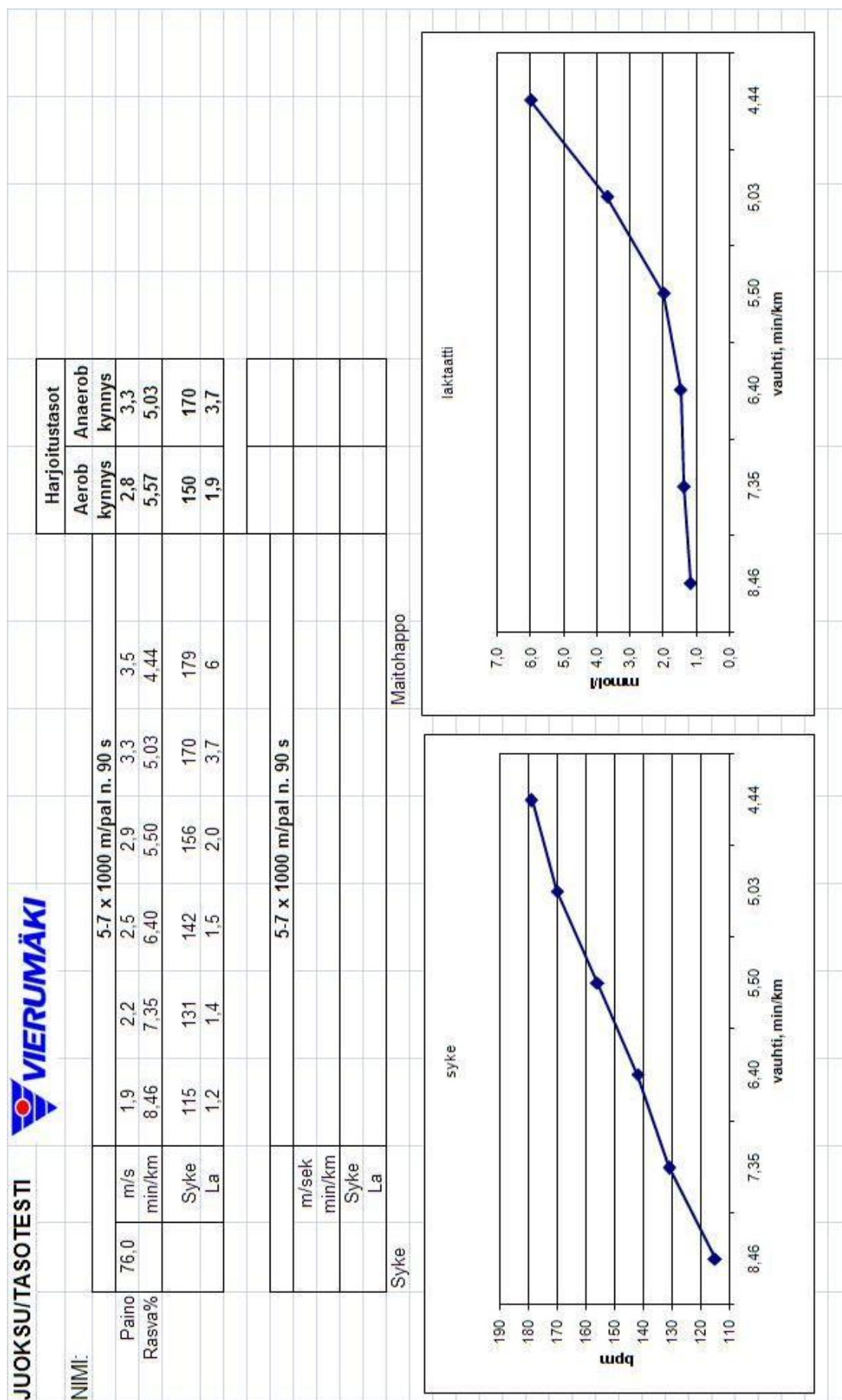
Testi on mahdollisuus tehdä valojänisohjatusti, mikäli juoksijalla on tiedossaan oma maksimaalinen juoksunopeutensa. Mahdollista on myös juosta testi sykeohjatusti siten, että ensimmäinen veto juostaan selkeästi alle arvioitun aerobisen kynnysrytteen, jonka jälkeen seuraavat vedot ovat tasaisesti nopeampia kuin edeltävä veto. Tavoitteena on, että viimeinen 1000 m veto on maksimaalinen tai ainakin lähellä urheilijan maksimaalista suorituskyytä.

Testin aikana mitattavat muuttujat: syke, maitohappo, 1000 m vetoaika.

Testin muuttujista piirretään maitohappokäyrä ja palautteessa urheilijalle informoidaan koko testipöytäkirjan lisäksi myös yhteenvetona:

1. Aerobinen kynnysrytke, kynnysrytken maitohappopitoisuus ja kynnysvauhti
2. Anaerobinen kynnysrytke, kynnysrytken maitohappopitoisuus ja kynnysvauhti





Liite 3. Malli testauspäiväkirjasta

Polar RCX5 harjoitustietokoneen testauspäiväkirja						Testaaja nimi
Luisteluhuuh.						
<b>Hiihto</b>	<b>pvm.</b>	<b>kellonaika</b>	<b>sykealue 1</b>	<b>sykealue 2</b>	<b>sykealue 3</b>	
<b>1</b>	23.3.	18:22	99-114	115-131	132-147	
<b>2</b>	26.3.	14:42	100-115	116-132	133-148	
<b>3</b>	27.3.	11:17	101-116	117-132	133-148	
<b>4</b>	29.3.	15:06	101-116	117-132	133-148	
<b>5</b>	30.3.	15:54	100-116	117-132	133-148	
<b>Arvioitu max syke ja sen perusteella lasketut sykerajat (kellon antama 220-ikä):</b>						
		<b>Max</b>	<b>sr1</b>	<b>sr2</b>	<b>sr3</b>	
		170	85-101	102-118	119-135	
<b>Mitattu max syke ja sen perusteella lasketut sykerajat (aiempi tieto tai 22.3. tasotestistä saatu):</b>						
		<b>Max</b>	<b>sr1</b>	<b>sr2</b>	<b>sr3</b>	
		181	91-108	109-126	127-144	
		<b>VO2max</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
			58	58	57	
<b>Pituus</b>			<b>Paino</b>		<b>Aktiiv. taso</b>	
176			76		Huippu	
Aktiivisuustaso: arvioi omai kellon antamista vaihtoehtoja						
Kellonaika: harjoituksen aloitusaika						
Vapaamuotoista tekstiä lomakkeen kääntöpuolelle mahdollisista poikkeavista tapahtumista: kellon toiminta, poikkeuksellinen vireyttä, poikkeuksellinen testiolosuhde, jne. Laita alkuun ko. treenipäivämäärä.						



Polar RCX5 harjoitustietokoneen testauspäiväkirja										Testaajan nimi		
Ulkona												
<b>Juoksu</b>	<b>pvm.</b>	<b>kellonaika</b>	<b>sykealue 1</b>	<b>sykealue 2</b>	<b>sykealue 3</b>	<b>sykealue 4</b>	<b>sykealue 5</b>	<b>tuntemus</b>				
1	3.4.	18:03	91-108	109-126	127-144	145-162	163-181	2				
2	5.4.	17:30	103-118	119-133	134-149	150-164	165-181	2				
3	6.4.	17:38	99-114	115-131	132-147	148-164	165-181	2				
4	9.4.	19:15	97-113	114-130	131-146	147-163	164-181	2				
5	10.4.	17:13	95-111	112-128	129-146	147-163	164-181	2				
<b>Uinti</b>	<b>pvm.</b>	<b>kellonaika</b>	<b>sykealue 1</b>	<b>sykealue 2</b>	<b>sykealue 3</b>	<b>sykealue 4</b>	<b>sykealue 5</b>	<b>tuntemus</b>				
1	24.3.	18:58	114-127	128-140	141-153	154-167	168-181	2				
2	25.3.	7:10	91-108	109-126	127-144	145-162	163-181	1				
3	29.3.	7:51	109-122	123-137	138-151	152-166	167-181	2				
4	5.4.	7:40	109-122	123-137	138-151	152-166	167-181	2				
5	11.4.	18:16	115-127	128-140	141-154	155-167	168-181	2				
Kuntopyörä												
<b>Pyöräily</b>	<b>pvm.</b>	<b>kellonaika</b>	<b>sykealue 1</b>	<b>sykealue 2</b>	<b>sykealue 3</b>	<b>sykealue 4</b>	<b>sykealue 5</b>	<b>tuntemus</b>				
1	28.3.	17:12	91-108	109-126	127-144	145-162	163-181	2				
2	31.3.	15:50	85-103	104-122	123-141	142-161	162-181	2				
3	1.4.	15:50	88-106	107-124	125-143	144-161	162-181	2				
4	4.4.	15:32	85-103	104-122	123-141	142-161	162-181	2				
5	7.4.	16:23	87-105	106-124	125-143	144-161	162-181	2				
Aktiivisuustaso: arvioi omasi kellon antamista vaihtoehtoista										VO2max: tee viisi kellon kuntotestitä leposykkeellä, ilmoita keskiarvo		
Kellonaika: harjoituksen aloitusaika										Tuntemus: viireystilan tunne ennen harjoitusta: 1=heikko, 2=normaali, 3=erityisen viirea		